

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-092621

(43)Date of publication of application : 04.04.1997

(51)Int.Cl.

H01L 21/205
H01L 21/3065

(21)Application number : 07-250360

(71)Applicant : OKI ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 28.09.1995

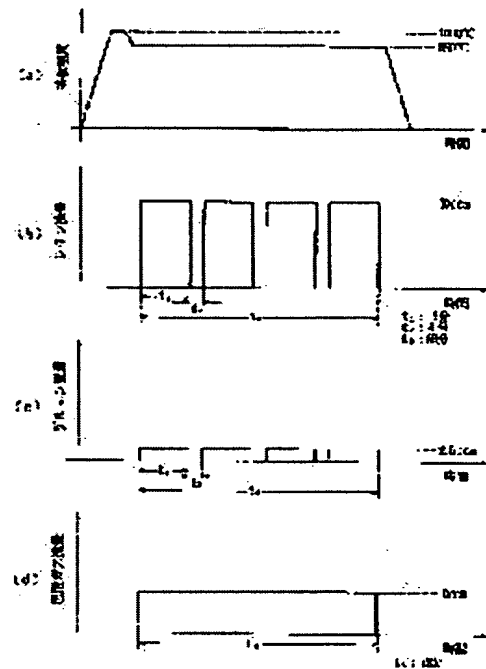
(72)Inventor : NAKAMURA TOSHIYUKI

(54) METHOD FOR SELECTIVE GROWTH OF SEMICONDUCTOR THIN FILM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To accurately and selectively grow a required film thickness by adding a proper amount of etching gas as well as a film-formation material gas.

SOLUTION: Silane and germane as film-formation material gases are intermittently supplied to a substrate and at the same time hydrochloric acid gas as an etching gas is continuously supplied to obtain a film thickness which is equal to or more than a critical selective growth film when selectively growing Si-Ge thin film on silicon substrate which is subjected to patterning with an insulation film by the chemical vapor growth method.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-92621

(43) 公開日 平成9年(1997)4月4日

| (51) Int.Cl. ⁶ | 識別記号 | 庁内整理番号 | F I | 技術表示箇所 |
|---------------------------|--------|--------|---------|--------|
| H 0 1 L | 21/205 | | H 0 1 L | |
| | 21/305 | | 21/302 | B |

審査請求 未請求 請求項の数2 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平7-250360

(22) 出願日 平成7年(1995)9月28日

(71) 出願人 000000295

沖電気工業株式会社

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号

(72) 発明者 中村 稔之

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気
工業株式会社内

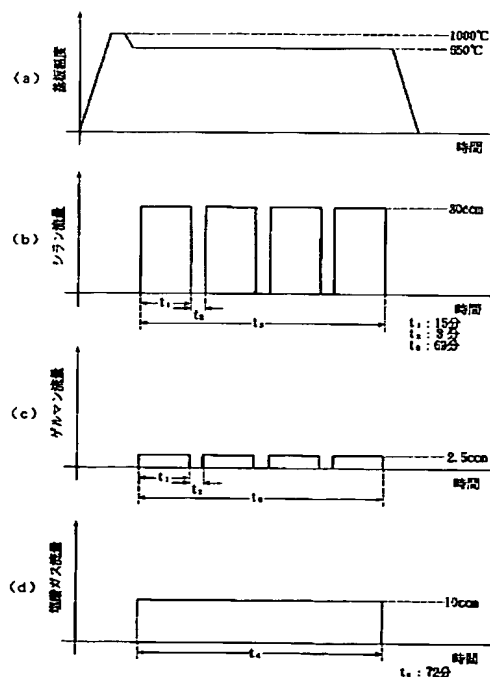
(74) 代理人 弁理士 清水 守 (外1名)

(54) 【発明の名称】 半導体薄膜の選択成長方法

(57) 【要約】

【課題】 成膜材料ガスとともに、適量のエッチングガスを加えて必要な膜厚を的確に選択成長すること。

【構成】 化学的気相成長方法により、絶縁膜でパターニングされたシリコン基板にS i - G e 薄膜を選択成長させるに当り、臨界選択成長膜厚以上の膜厚を得るために、成膜材料ガスとしてのシランとゲルマンガスを断続的に基板に供給するとともに、エッチングガスとしての塩酸ガスを連続して供給する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 化学的気相成長方法により、絶縁膜でパターンニングされたシリコン基板に選択成長させ、臨界選択成長膜厚以上の膜厚の半導体薄膜の選択成長方法において、成膜材料ガスを断続的に基板に供給するとともに、ハロゲン系ガスを連続して供給することとを特徴とする半導体薄膜の選択成長方法。

【請求項 2】 化学的気相成長方法により、絶縁膜でパターンニングされたシリコン基板に選択成長させ、臨界選択成長膜厚以上の膜厚の半導体薄膜の選択成長方法において、成膜材料ガスを連続して基板に供給するとともに、ハロゲン系ガスを断続的に増減させて供給することとを特徴とする半導体薄膜の選択成長方法。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】 本発明は、半導体装置（デバイス）製造工程における半導体薄膜の選択成長方法に係り、特にその半導体薄膜を選択成長臨界膜厚以上に選択させる成長方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 現在、シリコン（Si）系ヘテロバイポーラトランジスタ（HBT）の開発が盛んに行われている。特に、シリコン-ゲルマニウム（Si-Ge）HBTはLSIの分野で大きく発展することが期待されている。しかしながら、Si-Ge HBTを実用化するためにはLSIを念頭においたセルフアライン構造の開発が不可欠である。

【0003】 セルフアライン構造は、Si基板上に二酸化シリコン（SiO₂）や四窒化三シリコン（Si₃N₄）などの絶縁材料でパターンニングを行い、そのパターンの開口部にあたるSi基板表面のみに選択的に、Si-Ge膜が成長するというプロセスによって形成される。このような選択成長は、Si基板表面とSiO₂膜などの絶縁膜表面とではシラン（SiH₄）などの成膜材料ガスの分子の付着係数が異なるため、一定時間の間だけ、Si基板表面にのみ成膜されるという機構を利用している。

【0004】 しかしながら、この一定時間終了後は絶縁膜表面にも成膜が開始され選択成長ができなくなる。この一定時間内にSi基板上にはSiH₄などの成膜材料ガスの供給量と成膜基板温度によって決まるだけの厚さの膜が形成される。この膜の厚さを臨界選択成長膜厚とすれば、HBTを形成するのに必要な選択成長膜厚がこの臨界選択成長膜厚より薄くないとセルフアライン構造は形成できないことになる。

【0005】 このため、従来では選択性を上げるために塩酸（HCl）ガスなどのエッチングガスを添加させる方法を用いている。エッチングガスを添加すると選択性が向上する理由としては、エッチングガスがパターンニングされた絶縁膜上の成膜材料の核（SiとGeの核）の

形成を抑制するためと考えられている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、エッチングガスを添加すると成長速度が著しく低下してしまうという欠点がある。そのため、成長速度を上げるためにはエッチングガスの添加量を少なくする必要があり、エッチングガスの添加量を少なくすると選択性が悪くなるという現象が起こってしまう。その結果、臨界選択成長膜厚を厚くすることが困難となり、必要な膜厚の選択成長ができなくなり、セルフアライン構造が形成できないという問題があった。

【0007】 本発明は、上記問題点を除去し、成膜材料ガスとともに、適量のエッチングガスを加えて必要な膜厚を的確に選択成長することができる半導体薄膜の選択成長方法を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】 本発明は、上記目的を達成するために、

（1）化学的気相成長方法により、絶縁膜でパターンニングされたシリコン基板に選択成長させ、臨界選択成長膜厚以上の膜厚の半導体薄膜の選択成長方法において、成膜材料ガスを断続的に基板に供給するとともに、ハロゲン系ガスを連続して供給するようにしたものである。

【0009】 したがって、前記絶縁膜上に成膜材料の核が大きく成長する前に成膜材料ガスとしてのシラン及びゲルマニウムの供給を止め、エッチングガスとしての硫酸ガスは流し続け、そのエッチングの効果により前記絶縁膜上に形成された成膜材料の核を除去するようにした。これにより、前記絶縁膜上には成膜材料の核が形成がされていない初期の状態に戻る。そして、この工程の後に引き続きシラン及びゲルマニウムガスを供給して成膜を始めれば、パターンニングされた絶縁膜の開口部にはSi-Ge薄膜の堆積が始まるが、前記絶縁膜上には改めて成膜材料の核形成が始まるため、継続的な選択成長が可能となる。

【0010】 以上の工程を繰り返すことにより、臨界選択成長膜厚よりも厚いSi-Ge薄膜の成長を行いたい場合でも、的確な選択成長を行わせることができる。

（2）化学的気相成長方法により、絶縁膜でパターンニングされたシリコン基板に選択成長させ、臨界選択成長膜厚以上の膜厚の半導体薄膜の選択成長方法において、成膜材料ガスを連続して基板に供給するとともに、ハロゲン系ガスを断続的に増減させて供給するようにしたものである。

【0011】 したがって、前記絶縁膜上に成膜材料の核が大きく成長する前にエッチングガスとしての塩酸ガスの流量を、パルス的に増加させることによりエッチングガスの効果により前記絶縁膜上に形成された成膜材料の核を除去する工程を施す。この工程により、前記絶縁膜上には成膜材料の核形成がされていない初期の状態に戻

る。そして、この工程の後に引き続き塩酸ガス流量を増加させる前の流量に戻し、シラン及びゲルマンガスとともに供給して成膜を始めることにより、パターンニングされた絶縁膜の開口部にはSi-G膜の堆積が始まるが、前記絶縁膜上には改めて成膜材料の核形成が始まるため、継続的な選択成長が可能となる。

【0012】このように、この実施例によれば、成膜材料ガスを一時的に止めないようにして、半導体薄膜の選択成長を行うようにしたので、成膜材料ガスの供給が容易であり、また、Si基板上においては殆ど成膜速度が変わることなくSi-G膜を堆積させることができる。以上の工程を繰り返すことにより、臨界選択成長膜厚よりも厚いSi-G膜の成長を行いたい場合でも、的確な選択成長を行わせることができる。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら説明する。なお、この図面は本発明が理解できる程度に各構成成分の寸法、形状および位置を概略的に示しているにすぎない。また、以下の説明では特定の材料を用いて説明するが、これらの材料および条件は好適例にすぎず、したがってこれらに限定されるものではない。

【0014】図1は本発明を実施するための装置の全体構成を概略的に示す図である。図1に示すように、この装置は、金属製反応炉（チャンバー）11を備えており、例えば、水冷などによって薄膜形成時にチャンバー壁が高温にならない構成になっている。また、反応炉11内の基板支持体13の上に基板15を下向きに設置し、かつ、基板15を出し入れ自在に載置できる構造となっている。

【0015】反応炉11内には基板加熱機構12を設けており、これを任意好適な機構、例えば抵抗体加熱をもって加熱できるように構成する。そして、基板15近傍付近に、基板15の表面温度を測定するための温度測定手段14、例えば熱電対が設けてあり、これにより基板加熱機構12の温度制御が行えるようになっている。反応炉11は、基板支持体13により上部（基板加熱機構12側）と下部（ガスヘッド16側）に分離された構造となっている。更にそれぞれの部分には独立に排気口17及び18が設けられている。この反応炉11を真空排気するための任意適当な排気手段20、21及び22を自動開閉バルブ24及び25を介して排気口17及び18にそれぞれ接続し、これらバルブ24、25を任意適当に開閉させることにより反応炉11内の圧力を、上部及び下部それぞれ独立に任意適当な圧力に制御し、超高真空排気状態も形成できる。この反応炉11内の真空度は真空計30及び31で測定され、真空計30及び31には必要真空度に応じて好適な真空ゲージを選択する。

【0016】反応炉11には、基板15に対応してガスヘッド16が設けられている。このガスヘッド16に

は、反応炉11の外壁を貫通してガス導入路35a及び35b、冷却水導入路36が設けられている。ガス導入路35a及び35bには自動開閉バルブ50、51、52及び53等の必要なバルブを介して接続されており、ガスヘッド16を介して反応炉11内に必要なガスを導入できるようになっている。また、これらのバルブ50、51、52、53と反応ガス供給部70、71、72及びキャリアガス供給部73との間には自動流量コントローラ60、61、62及び63が設けられている。

【0017】更に、反応ガス供給部70、71、72には自動開閉バルブ80、81及び82がそれぞれ接続されており、自動開閉バルブ50、51、52及び80、81、82をそれぞれ任意好適に開閉することにより、反応炉11を通さずに独立に排気手段23を通して排気できるようになっている。そしてバルブ50、51、52及び53をそれぞれ任意好適に開閉することにより、所望のガスをそれぞれ任意のガス混合比を設定しながら反応炉11へ供給できる構成となっている。

【0018】以下、本発明の実施例を示すSi-G膜の選択成長方法について説明する。図2は本発明の第1実施例を示す基板温度プロファイル及びガス供給サイクルを説明するための図であり、図2（a）は基板温度プロファイルを示しており、横軸に時間、縦軸に基板温度を示している。図2（b）は成膜材料ガスとしてのシラン流量のプロファイルを、図2（c）は成膜材料ガスとしてのゲルマン流量のプロファイルを、図2（d）はエッチングガスとしての塩酸ガス流量のプロファイルをそれぞれ示しており、横軸に時間、縦軸に各種ガス流量を示している。

【0019】なお、図2における具体的な基板温度、流量及び各種ガス流量の供給時間は、一例にすぎず、これに限定されるものではない。基板15としては主にSi基板を用いる。Si基板15の洗浄及び酸化膜除去は反応炉外の溶液処理で行う。まず、120℃に加熱された硫酸一過酸化水素水溶液にSi基板15を約10分間浸し、約10Åの酸化膜を形成させる。その後、1%HF溶液中に約30秒間浸し、酸化膜を完全に除去する。その後ただちにSi基板15は反応炉内へ導入される。

【0020】次に、Si-G膜の選択成長工程について説明する。

（1）まず、Si基板15を反応炉11内へ導入した後、自動開閉バルブ24及び25を開け、排気手段20、21及び22を用い、反応炉11内を例えば 1×10^{-8} Paの超高真空中に排気、清浄化する。その後、Si基板15の温度を温度測定手段14で測定しながら、反応炉11内の基板加熱機構12による輻射加熱により設定温度、例えば900～1200℃の間の好適な温度、例えば、1000℃にSi基板15を10分程度保持する。この処理により、Si基板15の表面が清浄化される。その後、Si基板15の温度を600～900℃の

間の好適な成膜温度、例えば 650℃ に設定する。

【0021】次に、Si を含む IV 族系水素希釈ガス供給部 70 から、例えば、水素希釈 10% シラン (SiH₄) ガスを自動開閉バルブ 80 を開き、排気手段 23 に流す。この状態のまま自動開閉バルブ 81 を開き、シランに加えてゲルマニウムを含む IV 族系ガス供給部 71 から、例えば水素希釈 1% ゲルマン (GeH₄) ガスを排気手段 23 に流す。このときシランガスとゲルマンガスの混合比が所望の割合になるようにシラン及びゲルマンの流量を自動流量コントローラ 60 及び 61 によって予め調節しておく。例えば、シランガスを 30ccm、ゲルマンガスを 2.5ccm に設定する。更に、自動開閉バルブ 82 を開け、エッチングガス供給部 72 から、例えば、塩酸 (HCl) ガスを排気手段 23 に流す。このとき、塩酸ガスの流量が所望の値になるように塩酸ガスの流量を自動流量コントローラ 62 によって予め設定しておく。例えば、塩酸ガスの流量を 10ccm に設定する。この後、自動開閉バルブ 80、81 及び 82 を閉め、自動開閉バルブ 50、51 及び 52 によりシランガス、ゲルマンガス及び塩酸ガスが反応炉 11 へ供給される。この時、Si-Ge 薄膜の選択成長が開始される。

【0022】更に、この後、図 2 に示されているようなガス供給サイクルに従って、Si-Ge 薄膜を形成する。ガス供給サイクル中で、シラン及びゲルマンガスが反応炉 11 内に供給されない状態の時は、自動開閉バルブ 50 及び 51 を閉め、自動開閉バルブ 80 及び 81 を開けた状態にし、排気手段 23 にガスが流れている状態になっている。このことにより、シラン及びゲルマンガスを反応炉 11 内に供給するときにガス流量の変動を極力抑えることができるようになっている。

【0023】ガス供給サイクル中で、シラン及びゲルマンガスの供給時間は、臨界選択成長膜厚を越えない時間とする。また、シラン及びゲルマンガスが反応炉 11 内に供給されない時間、つまり塩酸ガスのみ供給されている時間は、パターニングされた絶縁膜上に形成されつつある成膜材料の核を除去できるだけの時間とする。Si-Ge 薄膜成長終了後、ただちに自動開閉バルブ 50、51、52 を閉め、シランガス、ゲルマンガス及び塩酸ガスが反応炉 11 内へ供給されない状態にし、好適な割合で水素ガスを流しながら基板 15 の冷却を行う。最後に、反応炉 11 内から基板 15 を取り出す。

【0024】ところで、成膜材料ガス、つまりシラン及びゲルマンガスの供給されている時間はパターニングされた絶縁膜の開口部、つまり Si 基板 15 上へのみ、Si-Ge 薄膜が堆積され、絶縁膜上にはエッチングガス、つまり塩酸ガスの影響により、成膜材料の核形成が極力抑えられた選択成長状態となる。この状態は臨界選択成長膜厚に達するまで保たれる。しかし、このまま膜堆積を続ける、つまりシラン及びゲルマンガスを供給し続けると、塩酸ガスを供給していても成膜材料の核形成

が十分に抑えられなくなり、成膜材料の核が成長し続けて絶縁膜上にも Si-Ge 薄膜の形成が始まってしまふ。つまり、選択成長ができなくなる状態になる。

【0025】そこで、この実施例では、図 2 に示すように、成膜材料の核が大きく成長する前にシラン及びゲルマンガスの供給を一旦止め、エッチングガスとしての塩酸ガスは流し続けることによるエッチング効果により、絶縁膜上に形成された成膜材料の核を除去する工程を施した。この工程により、絶縁膜上は成膜材料の核形成がなされていない初期の状態に戻る。そして、この工程の後に引き続きシラン及びゲルマンガスを供給して成膜を始めればパターニングされた絶縁膜の開口部には Si-Ge 薄膜の堆積が始まるが、絶縁膜上には改めて成膜材料の核形成が始まるため、選択成長が可能となる。

【0026】以上の工程を繰り返すことにより、臨界選択成長膜厚よりも厚い Si-Ge 薄膜の成長を行いたいときでも選択成長させることが可能となる。以下、本発明の Si-Ge 薄膜の選択成長工程の理解を容易にするために概略を示す図を用いて説明する。図 3 はその Si-Ge 薄膜の選択成長工程の模式断面図である。

【0027】(1) まず、図 3 (a) に示すように、シリコン基板 15 上には絶縁膜 101 がパターニングされ基板がセットされる。

(2) 次に、図 3 (b) に示すように、成膜材料ガスとしてのシラン及びゲルマンガスの供給により、そのシリコン基板 15 が露出した面に上記したように Si-Ge 薄膜 102 が選択成長する (臨界選択成長膜厚)。その際に最終段階では成膜材料ガスとしてのシラン及びゲルマンガスの供給 (t₁、例えば 15 分供給) により、次第に絶縁膜 101 上に成膜材料 (Si と Ge) の核 103 が成長してくる。

【0028】(3) 更に、成膜材料ガスとしてのシラン及びゲルマンガスの供給が続くと、図 3 (c) に示すように、絶縁膜 101 上に成膜材料の核 103 が成長し、Si-Ge 薄膜 102 の選択的成長はできなくなる。

(4) そこで、この実施例においては、図 3 (d) に示すように、成膜材料ガスとしてのシラン及びゲルマンガスの供給を止めて (t₂、例えば、3 分停止する)、エッチングガスとしての塩酸ガスのみを供給し、絶縁膜 101 上の成膜材料の核 103 をエッチングすることにより、絶縁膜 101 表面は初期の状態に戻す。

【0029】(5) 次に、図 3 (e) に示すように、再び、成膜材料ガスとしてのシラン及びゲルマンガスを供給 (t₁、例えば 15 分供給) すると、絶縁膜 101 表面は初期の状態に戻っているため、Si-Ge 薄膜 102 の選択的成長を続けることができ、臨界選択成長膜厚以上の膜厚の選択的成長を行うことができる。因みに、成膜材料ガスを 69 分まで供給し、エッチングガスとしての塩酸ガスを 72 分間供給する。

【0030】次に、本発明の第 2 実施例を示す Si-Ge

e 薄膜の選択成長方法について説明する。図4は本発明の第2実施例を示す基板温度プロファイル及びガス供給サイクルを説明するための図であり、基板温度プロファイルでは横軸に時間、縦軸に基板温度、ガス供給サイクルでは横軸に時間、縦軸に各種ガス流量をプロットして示している。

【0031】なお、図4における具体的な基板温度、流量及び各種ガス流量の供給時間は、一例にすぎず、これに限定されるものではない。上記第1実施例と同様に、基板15には主にSi基板を用いる。Si基板15の洗浄及び酸化膜除去は反応炉外の溶液処理で行う。まず、120℃に加熱された硫酸一過酸化水素水溶液にSi基板15を約10分間浸し、約10Åの酸化膜を形成させる。その後、1%HF溶液中に約30秒間浸し、酸化膜を完全に除去する。その後ただちにSi基板15は反応炉内へ導入する。

【0032】次にSi-G薄膜の選択成長工程について説明する。Si基板15を反応炉11内へ導入した後、自動開閉バルブ24及び25を開け、排気手段20、21及び22を用い、反応炉11内を例えば 1×10^{-8} Paの超高真空中に排気、清浄化する。その後、Si基板15の温度を温度測定手段14で測定しながら、反応炉11内の基板加熱機構12による輻射加熱により設定温度、例えば900～1200℃の間の好適な温度、例えば1000℃にSi基板15を10分程度保持する。この処理により、Si基板15の表面が清浄化される。その後、Si基板15の温度を600～900℃の間の好適な成膜温度、例えば650℃に設定する。

【0033】次に、Siを含むIV族系水素希釈ガス供給部70から、例えば水素希釈10%シラン(SiH₄)ガスを自動開閉バルブ80を開き排気手段23に流す。この状態のまま自動開閉バルブ81を開き、シランに加えてゲルマニウムを含むIV族系ガス供給部71から、例えば水素希釈1%ゲルマン(GeH₄)ガスを排気手段23に流す。

【0034】このとき、シランガスとゲルマンガスの混合比が所望の割合になるように、シラン及びゲルマンの流量を自動流量コントローラ60及び61によって、予め調節しておく。例えばシランガスを30ccm、ゲルマンガスを2.5ccmに設定する。更に、自動開閉バルブ82を開け、エッチングガス供給部72から、例えば塩酸(HCl)ガスを排気手段23に流す。

【0035】このとき、塩酸ガスの流量が所望の値になるように塩酸ガスの流量を自動流量コントローラ62によって予め設定しておく。例えば塩酸ガスの流量を10ccmに設定する。流量を増加させた時は15ccmとする。この後、自動開閉バルブ80、81及び82を閉め、自動開閉バルブ50、51及び52によりシランガス、ゲルマンガス及び塩酸ガスが反応炉11へ供給される。この時、Si-G薄膜の選択成長が開始される。

【0036】このように、成膜材料ガスとしては、例えば、シランガスを30ccm、ゲルマンガスを2.5ccmをそれぞれ60分間供給し、エッチングガスとしての塩酸ガスを下限の10ccmで12分間、上限の15ccmで3分間、順次4回繰り返す、つまり、エッチングガスとしての塩酸ガスの流量を増減させて処理する。

【0037】このように、ガス供給サイクル中で、一例として、示した塩酸ガスの流量がパルス的に増加するまでの時間は、臨界選択成長薄膜を越えない時間とする。また、塩酸ガスの流量がパルス的に増加して供給されている時間は、パターンニングされた絶縁膜上に形成されつつある成膜材料の核を除去できるだけの時間とする。Si-G薄膜成長終了後、ただちに自動開閉バルブ50、51、52を閉め、シランガス、ゲルマンガス及び塩酸ガスが反応炉11内へ供給されない状態にし、好適な割合で水素ガスを流しながら基板の冷却を行う。最後に、反応炉11内から基板15を取り出す。

【0038】ところで、図3に示すように、エッチングガスとしての塩酸ガスの流量がパルス的に増加するまでの時間はパターンニングされた絶縁膜の開口部、つまりSi基板15上へのみ、Si-G薄膜が堆積され、絶縁膜上にはエッチングガス、つまり塩酸ガスの影響により成膜材料の核形成が極力抑えられた選択成長状態となる。この状態は臨界選択成長膜厚に達するまで保たれる。しかし、このまま膜堆積を続ける、つまりシランおよびゲルマンガスを供給し続けると、塩酸ガスを供給していても成膜材料の核形成が十分に抑えられなくなり、成膜材料の核が成長し続けて絶縁膜上にもSi-G薄膜の形成が始まってしまう、選択成長ができなくなる。

【0039】そこで、この実施例によれば、絶縁膜上に成膜材料の核が大きく成長する前に塩酸ガスの流量を、図3に示すように、パルス的に増加させることにより、エッチングガスの効果により絶縁膜上に形成された成膜材料の核を除去する工程を施す。この工程により、絶縁膜上は成膜材料の核形成がされていない初期の状態に戻る。

【0040】そして、この工程の後に引き続き塩酸ガス流量を増加させる前の流量にもどし、シラン及びゲルマンガスと共に、戻された流量の塩酸ガスを供給して成膜を始めればパターンニングされた絶縁膜の開口部にはSi-G薄膜の堆積が始まるが、絶縁膜上には改めて成膜材料の核形成が始まるため、選択成長が可能となる。また、塩酸ガスの流量をパルス的に増加させる直前の絶縁膜上の状態は、成膜材料の核形成が始まる状態であり、絶縁膜上に高々数原子層のまばらな成膜材料の核が堆積した状態と考えられる。そこで、成膜材料ガスを一時的に止めることなくエッチングガスの流量を増やして、エッチングの効果を増大させるだけで、絶縁膜上の成膜材料の核を除去することが可能である。

【0041】このことで、パターンニングされた絶縁膜の

開口部、つまり、Si基板上においては殆ど成膜速度が変わることなく、Si-Ge膜を堆積させることができる。以上の工程を繰り返すことにより、臨界選択成長膜厚よりも厚いSi-Ge薄膜の成長を行いたい場合でも選択成長させることが可能となる。また、本発明は、以下のような利用形態を有する。

【0042】上述した第1及び第2実施例の中でシリコンを含むIV族系水素希釈ガスは、シランガスに限定されるものではなく、例えばシラン(SiH₄)、ジシラン(Si₂H₆)、メチルシラン[Si(CH₃)H₃]、トリシラン(Si₃H₈)、ジメチルシラン[Si(CH₃)₂H₂]、トリメチルシラン[Si(CH₃)₃H]、テトラメチルシラン[Si(CH₃)₄]、ヘキサメチルジシラン[Si₂(CH₃)₆]及びフルオロトリメチルシラン[Si(CH₃)₃F]、フルオロジメチルシラン[Si(CH₃)₂F₂]のガス群の中から1種類又は2種類以上組み合わせて用いてもよい。

【0043】また、上述した実施例の中でゲルマニウムを含むIV族系ガスはゲルマンガスに限定されるものではなく、例えばゲルマン(GeH₄)、四フッ化ゲルマニウム(GeF₄)、二フッ化ゲルマニウム(GeF₂)、フッ化ゲルマニウム(GeF)及びフルオロゲルマン(GeH₃F)のガス群の中から1種類又は2種類以上組み合わせて用いてもよい。

【0044】更に、上述した実施例の中でエッチングガスは塩酸ガスに限定されるものではなく、例えば塩酸(HCl)、塩素(Cl₂)、フッ素(F₂)、臭素(Br₂)などエッチング作用のあるガス群の中から1種類又は2種類以上組み合わせて用いてもよい。なお、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、本発明の趣旨に基づいて種々の変形が可能であり、これらを本発明の範囲から排除するものではない。

【0045】

【発明の効果】以上、詳細に説明したように、本発明によれば、以下のような効果を奏することができる。

(1) 請求項1記載の発明によれば、絶縁膜でパターニングされたSi基板の絶縁膜上に成膜材料の核が大きく成長する前に成膜材料ガスとしてのシラン及びゲルマンガスの供給を止め、エッチングガスとしての硫酸ガスは流し続けて、エッチングの効果により絶縁膜上に形成された成膜材料の核を除去する工程を施した。

【0046】この工程により、絶縁膜上は成膜材料の核が形成がされていない初期の状態に戻る。そして、この工程の後に引き続きシラン及びゲルマンガスを供給して成膜を始めれば、パターニングされた絶縁膜の開口部にはSi-Ge薄膜の堆積が始まるが、絶縁膜上には改めて成膜材料の核形成が始まるため、継続的な選択成長が可能となる。

【0047】以上の工程を繰り返すことにより、臨界選

択成長膜厚よりも厚いSi-Ge薄膜の成長を行いたい場合でも、的確な選択成長を行わせることができる。

(2) 請求項2記載の発明によれば、絶縁膜でパターニングされたSi基板の絶縁膜上に成膜材料の核が大きく成長する前にエッチングガスとしての塩酸ガスの流量を、パルスの増加させることにより、エッチングガスの効果により絶縁膜上に形成された成膜材料の核を除去する工程を施す。

【0048】この工程により、絶縁膜上には成膜材料の核形成がされていない初期の状態に戻る。そして、この工程の後に引き続き塩酸ガス流量を増加させる前の流量に戻し、シラン及びゲルマンガスとともに供給して成膜を始めればパターニングされた絶縁膜の開口部にはSi-Ge薄膜の堆積が始まるが、絶縁膜上には改めて成膜材料の核形成が始まるため、継続的な選択成長が可能となる。

【0049】このように、この実施例によれば、成膜材料ガスを一時的に止めないようにしたので、成膜材料ガスの供給が容易であり、また、Si基板上においては殆ど成膜速度が変わることなくSi-Ge膜を堆積させることができる。以上の工程を繰り返すことにより、臨界選択成長膜厚よりも厚いSi-Ge薄膜の成長を行いたい場合でも、的確な選択成長を行わせることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を実施するための装置の全体構成を概略的に示す図である。

【図2】本発明の第1実施例を示す基板温度プロファイル及びガス供給サイクルを説明するための図である。

【図3】本発明の第1実施例を示すSi-Ge薄膜の選択成長工程の模式断面図である。

【図4】本発明の第2実施例を示す基板温度プロファイル及びガス供給サイクルを説明するための図である。

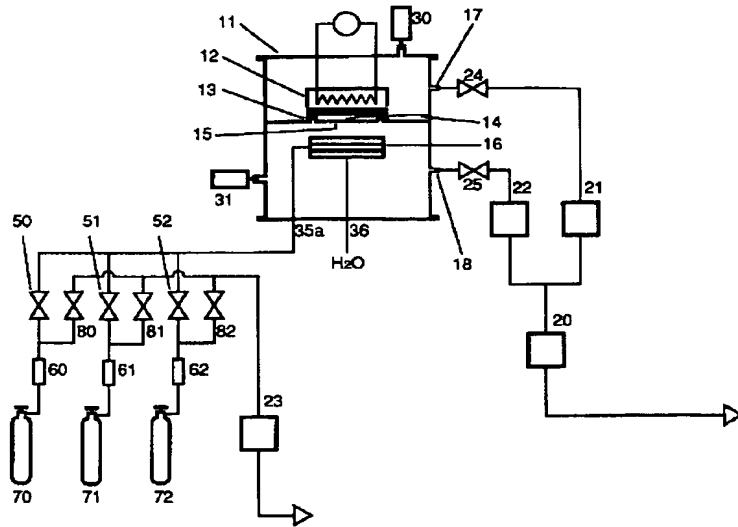
【符号の説明】

- | | |
|------------------------------------|---------------|
| 11 | 金属製反応炉(チャンバー) |
| 12 | 基板加熱機構 |
| 13 | 基板支持体 |
| 14 | 温度測定手段 |
| 15 | 基板 |
| 16 | ガスヘッド |
| 17, 18 | 排気口 |
| 20, 21, 22, 23 | 排気手段 |
| 24, 25, 50, 51, 52, 53, 80, 81, 82 | 自動開閉バルブ |
| 30, 31 | 真空計 |
| 35a, 35b | ガス導入路 |
| 36 | 冷却水導入路 |
| 60, 61, 62, 63 | 自動流量コントローラ |
| 70, 71, 72 | 反応ガス供給部 |
| 73 | キャリアガス供給部 |

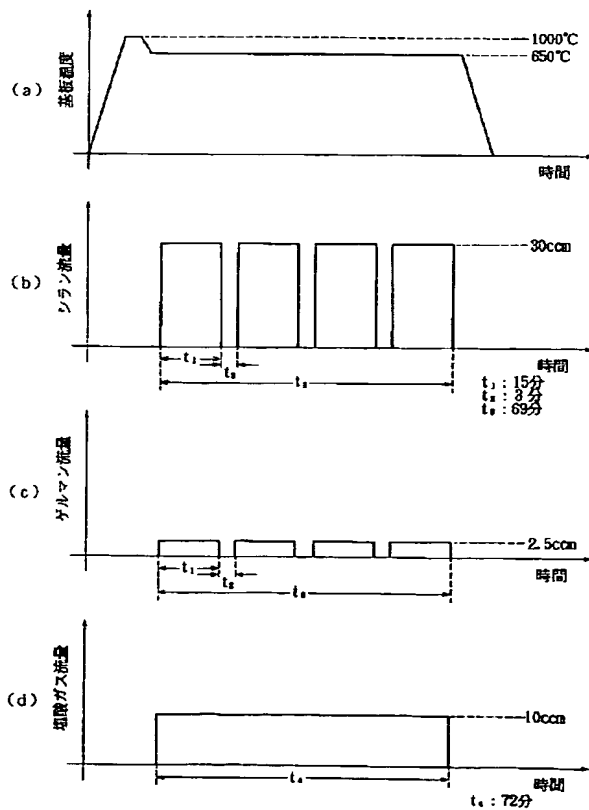
101 絶縁膜
102 Si-Ge薄膜

103 成膜材料(SiとGe)の核

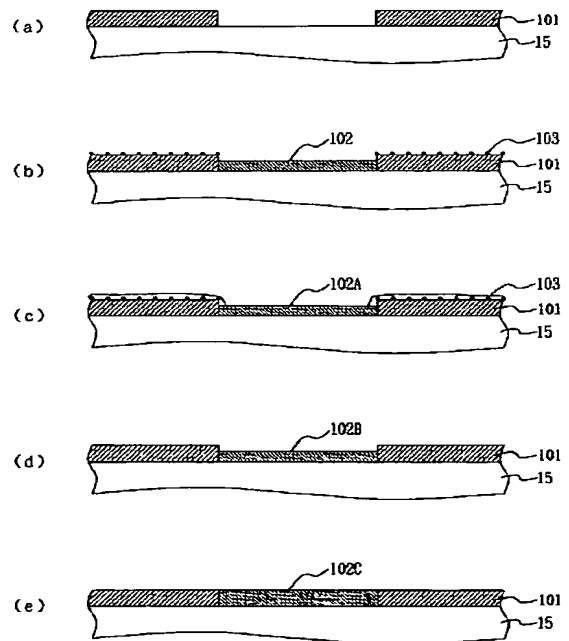
【図1】



【図2】



【図3】



【図 4】

